

# 야간작업 안전의 적정조명 기준설정을 위한 실험연구

노민래<sup>†</sup> · 손기상<sup>\*</sup>

한국산업안전공단 산업안전보건연구원 · 서울산업대학교 안전공학과  
(2004. 2. 23. 접수 / 2004. 8. 9. 채택)

## A Study on the Practical Lighting Guide for Night Work

Min-Lae Ro<sup>†</sup> · Ki-Sang Son<sup>\*</sup>

Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA

<sup>\*</sup>Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology

(Received February 23, 2004 / Accepted August 9, 2004)

**Abstract** : A Reasonable lighting should be provided for doing night work. All works for construction site can be exposed to potential hazard at night work.

The purpose of this study is to provide a standard of the lighting against accidents due to insufficient lighting at site. one pilot test, one at building work site, one at road work site of it have been conducted for figuring out illumination change depending worker's activity direction, using lux checker to show it as numerical indication. The direction are changed with a range of 30, 60, 90, and 135 degree to be checked at site.

Tests results show that 10% and 15% of lighting could be decreased by changing the working direction of works at site. Therefore, steep slope place, cave work and backside of structural elements such as a column, deep beam should be considered for keeping sufficient and reasonable lighting.

It is found that 50%more illumination Lux needs for civil work than for building work.

**Key Words** : lighting, building work, road bridge, night work

### 1. 서 론

건설현장에서의 야간작업은 피할 수 없는 경우가 발생하여 평상시 “야간작업시 안전관리계획”은 피상적으로 일부 언급되어 있는 경우가 대부분이라고 할 수 있다. 이것은 시공회사 잘못으로 돌리기에 정부 정책적 측면에서 무리가 아닐까 사료된다.

건설현장에서 야간작업은 기능공의 인식변화에 따라 잘 시행되지 않고 있다. 부득이 하게 야간작업을 시행하는 것은 급속공사시나 공사의 잘못으로 인한 재시공시, 다음날 현장에 어떤 행사를 준비하기 위한 것에 대부분 국한된다. 야간작업은 주간작업과 달리 가시적인 범위가 좁아서 작업자의 안전 사고의 위험이 주간보다 가중되기 때문에<sup>1)</sup> 이에 대한 계획이 잘 이루어져야 하는데 충분한 조명시설

즉 작업장이 한눈에 들어올 수 있을 정도의 밝기가 되도록 조명되어야 한다.

건설현장에서 공사가 진행되는 동안 여러 공종이 동시에 혹은 개별적으로 진행되면서, 야간작업을 하게 된다. 특히, 자체공급 또는 인력수급차질, 기타 공정지연 원인이 발생하여 계약된 기간 내에 완공하기 위해 부득이 별도 야간작업을 할 수밖에 없다.

그러나, 안전과 직결되는 조명의 인지도에 관해서는 기존의 자료에 구체적으로 명시 되어있지 못하고 산업안전보건법과 안전기준 제443조(조명의 위치)에서 사업주는 높이 2m이상인 장소에서 작업을 할 때에는 당해 작업을 안전하게 하는데 필요한 조명을 유지하여야 한다고 기술되어 있을 뿐이다. 노동부 고시 터널공사 표준안전 작업지침에 의하면 작업면에 대한 조도기준으로 막장구간 60lux 이상, 터널중간구간 50lux 이상, 터널 입·출구·수직구간 30lux로 명시되어 있는 정도가 전부이다. 그러나 상기와 같은 조도 관계규정은 일반건설공사 현장에

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.  
min0848@kosha.net

적용할 수 없는 관계로 건물의 형태별, 공사장 부지 상황별(경사지, 고지대, 저지대), 같은 축광의 전원 일지라도 작업자가 느끼는 인지도는 다르게 되어 통상적인 단순설치 조명으로는 비용을 들이면서도 실질적인 안전은 확보하지 못하는 불안전 상황을 초래할 수도 있다<sup>1,2)</sup>. 또한 작업자가 어떤 상황에서 인지하는지의 여부, 조명수준, 혼자 있을 때 혹은 그룹으로 일할 때, 현휘(=눈부심) 여부, 접근자의 식별 신체능력 등에 따라 달라질 수도 있다.

본 연구는 상기와 같은 조명문제를 야간 및 지하 공사 현장을 대상으로 안전인지도 측정이라는 연구 목표에 따라 설문을 제작하여 터널공사 현장, 아파트 건설현장, 사무소, 도로교량 등 5개 현장의 근로자와 기사 105명에게 직접 방문 조사하여 회수하였다. 이것은 우편 발송시 회수율 저조의 문제점을 없애기 위함이었다.

따라서 본 연구는 건설현장 조명을 보다 효율적이며, 동일한 조건 하에서 안전성을 개선하고자 하는 기초자료를 수집하고 각종 기준제정을 위한 실제적 연구를 목적으로 한다.

본 연구의 실제적 적용을 위하여 대표적 건설현장 2개소(토목공사 1개소, 건축공사 1개소)를 예비조사 대상 현장으로 선정하였고, 그중 1개 터널공사 현장에 그림1과 같이 조명용 현장 가설 등을 설치하고 작업하는 것을 기준으로 조명안전 인지도에 대한 실제작업자 20명의 면접조사를 각 2개 현장(60명)을 통해 설문제작에 반영하였다.

100lux일 경우 휘도비를 기술하면 20도 변화시 53%, 30도 변화시 63% 감소되는 것으로 측정되고 있다. 작업면 권장휘도는 2~6배가 적당하고, 10배일 경우는 어지러워서 물체를 식별하기 힘든 것으로 알려져 있다<sup>3)</sup>.

## 2. 연구내용 및 방법

### 2.1. 연구내용

#### 2.1.1. 관련자료조사

건설작업이 진행 중일 때는 사무소, 시설, 접근로, 작업장, 건설용 도로 등은 최소한의 규정에 따른 조도를 갖추어야 한다. 피난수단 또한 비상용 조명으로 바닥에서 측정했을 때 최소 11럭스(lux)를 제공하는 정도의 조명은 되어야 한다(NFPA101). 조명은 배치를 적절히 하여 일부 전구가 타는 등 단일조명장치가 제 기능을 못해도 전체가 어두운 상태가 되지 않도록 해야 한다. 일반실내 55lux, 일반실외 공

사작업 33lux, 터널 및 일반지하작업장(터널, 스케일링, 버럭작업, 드릴작업)중 샤프트로 향할 때 55lux를 유지토록 규정하고 있다.

또한, 막장의 균열, 지질상태, 부식의 유무, 누수 상황 확인 및 작업원, 작업차량안전 통행을 위해 조명시설을 설치 작업면에 대한 조도기준을 준수토록 규정하고 있다.

터널 내에는 발과 후 가스, 분진 및 기타 장비 매연 등이 많고 자연환기가 되지 않으므로 송풍기 등 환기설비 설치, 야간조명을 적절히 했을지라도 분진 때문에 시야가 완전히 차단되어 이에 대한 보완이 필요하다.

야간작업에서는 통로부분 작업 안전에 대해 조사를 병행한다.

#### 2.1.2. 현장실태조사

야간조명 실험 즉 산악지대, 계곡, 장비 작업 등이 이루어지는 곳에서는 특히, 특수현장조건 조명작업 실험을 실시해야 하는데 현장에 따라 그림자가 생기지 않도록 하기 위해서는 최소한 규정 이상을 유지해야 하는 것으로 “작업장 및 작업통로는 당해 작업에 충분한 밝기의 조명을 확보한다”. “가설 임시전력을 이용한 조명은 주간에 미리 설치를 완료하고 스위치 등 임시전기 패널의 위치와 작동요령을 작업 전에 충분히 주지시킨다.” 등이 현장의 대부분 내용에 불과하였다.

#### 2.1.3. 조명기준조사

##### ① 국내 터널기준

국내 터널작업에 관련한 각 부처별 선정기준은 Table 1과 같다.

##### ② 산업보건기준

사업주는 근로자를 상시작업에 종사하도록 하는 장소에 대하여는 작업면의 조도를 다음 각 호의 기준에 적합하도록 하여야 한다. 다만, 갱내작업장과 감광재료를 취급하는 작업장에 있어서는 그러하지 아니하다는 기준은 Table 2와 같다.

Table 1. Illumination criteria for tunnel work

터널공사 표준안전작업지침			건설교통부 터널표준시방서(참고2)
막장구간	터널중간구역	터널수직구간 입·출입구	70lux 이상
60lux 이상	50lux 이상	30lux 이상	

Table 2. Illumination standard for each work

초경밀작업	750 lux 이상
정밀작업	300 lux 이상
보통작업	150 lux 이상
기타작업	75 lux 이상

2.2. 연구방법

자료조사 국내, 선진외국인 영국, 독일 또는 EU 통합규정, 일본을 대표적으로 조사하고 해당되는 조명기준을 정밀조사 발췌하고, 국내적용에 적합한 대안을 제시하는데 사용하면 필요시 협준한 터널공사, 경사진 도로교량, 건축물 등 3개 공사분야로 대별하여 작업자들에 의한 작업조명 만족도를 찾아내는 것으로 한다.

2.2.1. 공정별 조명기준

아파트 공사, 사무소 공사, 지하철 공사, 터널공사, 도로공사, 교량공사 등에 따라 특기된 공종에 따라 조명기준이 설정되는 것이 필요하다.

(아파트공사의 경우) - 토공, 흙막이, 파일, 철근 콘크리트작업, 마감공사, (빌딩공사의 경우) - 가설, 기초, 토공, 철근공사, 철골공사, 마감공사, (지하철공사의 경우) - 개착식구간/토목, 가시설, 구조물방수, 가시설 해체, 되메우기, 계단 출입통로, 에스컬

레이터작업, (터널공사구간에) 발파, 상반굴착, 방수바닥, 보강그라우팅, 라이닝작업, (교량의 경우) steel box식, PSC box식으로 구분하여 기준 제시할 경우 유용한 실무기준이 될 수 있다.

2.2.2. 근로자 작업안전기준

공사종류, 공종별에 따라 별도의 야간작업기준이 설정되는 것이 바람직하며, 공통기준과 특기 기준으로 나누어 특기 기준에서 공중에 따른 기준이 추가되는 방식으로 되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

도로굴착공사의 경우 교통관리, 지하매설물, 도로시설유지, 먼지발생, 안전사고, 교통소통에 대한 대책이 있어야 된다. 이중 안전사고 대책의 예로서 다음과 같은 작업안전 기준을 설정 할 수 있을 것이다.

이때 연구원 1명, 보조연구원, 그리고 조명측정기사를 한 팀으로 구성하여 해당공사 현장에서 측정하고 사진촬영 기록하는 것으로 하며, 분석을 위하여 외국기준과 비교하고, 그래프를 작성하여 대비토록 한다. 건설현장 1개소와 토목현장 1개소를 선정하여 작업자 20명씩을 선발하여 각 2개소 현장(60명)에서 설문을 받는 방법을 연구범위에서 상세히 제시하고 있다.

Table 3. Main work activities needed for night work

	콘크리트 공사			굴착공사			가설공사			도로공사			가스배관공사			미장공사			터널공사			통신공사			
	자주	보통	가끔	자주	보통	가끔	자주	보통	가끔	자주	보통	가끔	자주	보통	가끔	자주	보통	가끔	자주	보통	가끔	자주	보통	가끔	
SO사 OOO부장		○				○			○			○			○										
HA사 OOO부장	○					○	○					○			○										
S사 OOO부장			○															○					○		
HY사 OOO대리			○			○			○		○														
L사 OOO	○				○		○				○		○												
SA사 OOO부장	○			○					○		○				○										
SE사 OOO부장		○			○				○		○				○			○							
LO사 OOO부장	○				○		○			○		○			○			○			○			○	
D사 OOO부장		○			○				○		○				○										
S사 OOO과장	○				○				○		○				○			○							

\* 인터뷰 조사에는 국내 굴지의 건설사에서 경력10년 이상, 과장급 이상 실무자들에게 문의된 응답 결과

Table 4. Minimum lighting requirements

Facilities or functions	조명 lux(Lm/ft <sup>2</sup> )
접근로	
①실내일반	55 (5)
②실외일반	33 (3)
③출구, 도로, 사다리, 계단	110 (10)
행정사무구역 (사무실, 제도실, 회의실)	540 (50)
화학 실험실	540 (50)
건설작업구역	
①실내일반	55 (5)
②실외일반	33 (3)
③터널과 지하 작업구역 일반	55 (5)
터널, 드릴링, 스캐일링 중의 샤프트 진행시 최소(110lux)	
컨베이어 통로	110 (10)
도크와 적재 플랫폼	33 (3)
승강기, 항공기와 승객	215 (20)
응급처리실과 의료실	325 (30)
정비보수/운전구역/제작공장	
①차량정비공장	325 (30)
②목공공장	110 (10)
③야외 정비 작업장	55 (5)
④야외 연료 충전지역	55 (5)
⑤제작공장, 세공품 작업	540 (50)
⑥제작공장, 보통상세작업	325 (30)
⑦용접지역	325 (30)
기계/전기장비실	110 (10)
주차장	33 (3)
화장실, 세면실, 탈의실	110 (10)
방문객 지역	215 (20)
창고 및 저장실	
①실내 저장실, 저장소	110 (10)
②실내 저장실, 번잡하지 않은 곳	55 (5)
③실내 선반 저장실	270 (25)
④실외 저장실	33 (3)
작업지역 - 일반 기타	325 (30)

\* "Safety and Health Requirements Manual" pp.99-100, EM385-1-1, Sep 1996

Table 5. German lighting standard at Work

굴진장소	최소 60 lux
적재장소	최소 60 lux
작동시설	최소 120 lux
구조적 시설	최고 120 lux
부가적 안전조명	최소 1 lux
a. 구조로	최소 1시간동안
b. 특별한 위험이 있는 장소	최소 15 lux 최소 1분간

### 3. 건설 현장 조명측정

#### 3.1. 테니스장 조도 측정 결과

측정위치 번호①~⑦은 조명등에서의 거리, 각도,

Table 6. Comparison of illumination standard

노동부 (터널공사 표준안전작업 지침)	막장구간	60 lux 이상	노동안전위생규칙 제3편 제4장 채광 및 조명
	터널중간구간	50 lux 이상	
터널수직구간 출입구	30 lux 이상		
건설교통부 (표준시방서)	70 lux 이상		
일본	정밀작업	300 lux 이상	
	보통	150 lux	
	거친	70 lux	
독일	굴진장소	최소 60 lux	
	적재장소	최소 60 lux	
	작동시설	최소 120 lux	
	구조적 시설	최소 120 lux	
미국	건설작업 구역	실내	55 lux
		실외	33 lux
		터널	55 lux

높이에 따른 측정값의 변화를 기록하기 위한 임의  
설정 번호이다.

Table 7. Measuring record for illumination at each level

측정 위치	측정 높이	위치별 측정 조도 (lux)	주변 조건 기상 및 지형	비고
①	FL-0m	038×10	별, 달, 1/2달, 온도 영상7도	
	FL-0.9m	037×10		
	FL-1.5m	035×10		
②	FL-0m	053×10		
	FL-0.9m	047×10		
	FL-1.5m	046×10		
③	FL-0m	017×10		
	FL-0.9m	027×10		
	FL-1.5m	030×10		
④	FL-0m	032×10 (031×10)		
	FL-0.9m	027×10 (029×10)		
	FL-1.5m	029×10 (026×10)		
⑤	FL-0m	065×10		
	FL-0.9m	050×10		
	FL-1.5m	053×10		
⑥	FL-0m	037×10		
	FL-0.9m	020×10		
	FL-1.5m	043×10		
⑦	FL-0m	096×10		
	FL-0.9m	113×10		
	FL-1.5m	109×10		

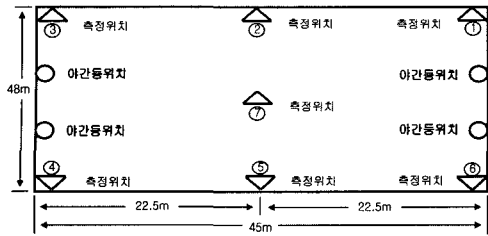


Fig. 1. layout of night lighting and measuring point(pilot test)

3.2. 건축공사 조명측정 결과

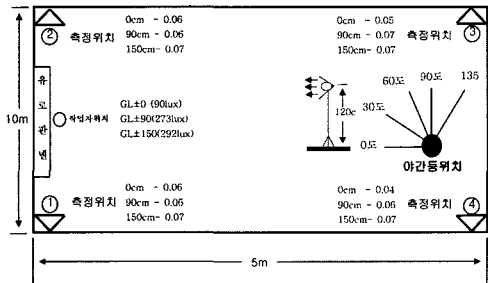
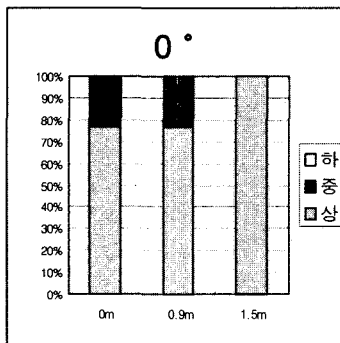
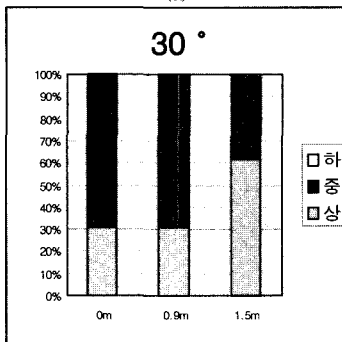


Fig. 2. layout of night lighting and measuring point at building work site

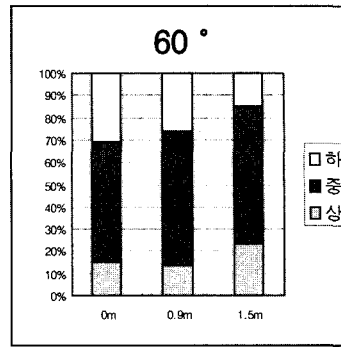
측정결과(①번 지점)



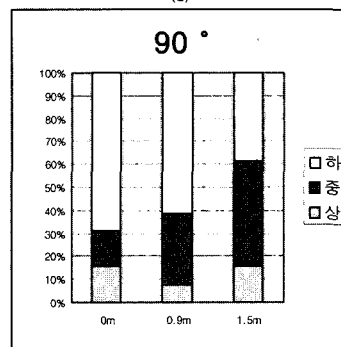
(a)



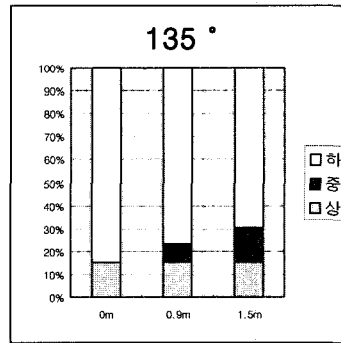
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 3. Worker's visual feeling at the test(construction)

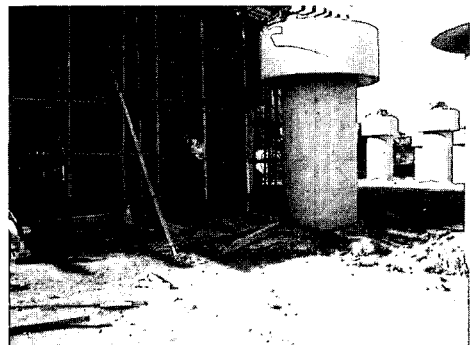


Fig. 4. Illumination measurement at road work

야간작업 안전의 적정조명 기준설정을 위한 실험연구

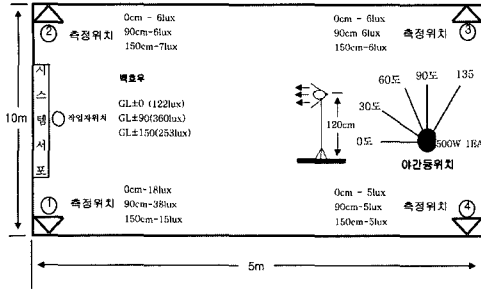
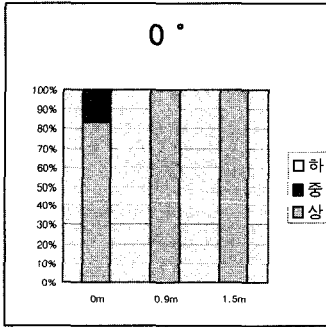


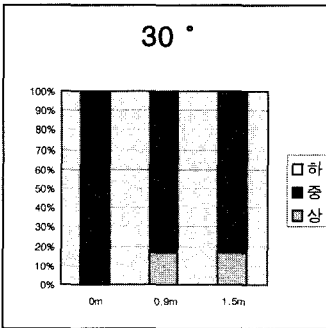
Fig. 5. Lay out of night lighting and measuring point at civil work site

3.3. 토목공사 조명측정 결과

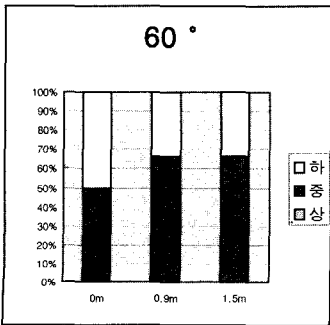
3.3.1. 측정결과(2번 지점)



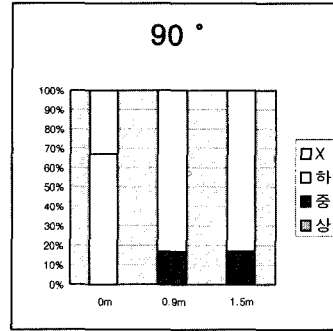
(a)



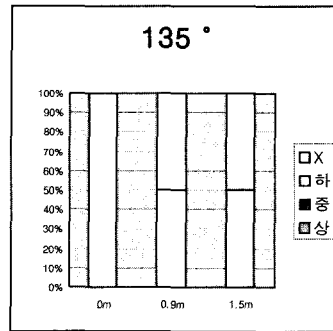
(b)



(c)



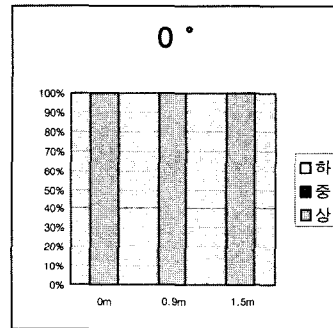
(d)



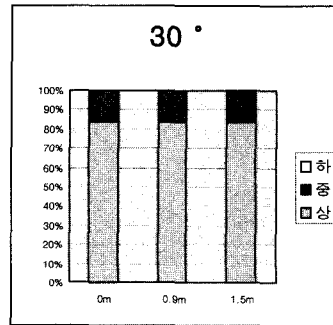
(e)

Fig. 6. worker's visual feeling at the test

3.3.2. 측정결과 (중앙지점)



(a)



(b)

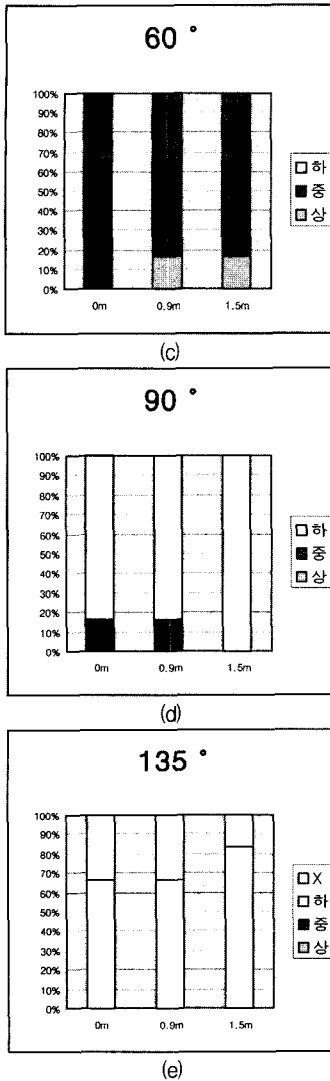


Fig. 7. worker's visual feeling at the test

### 3.4. 야간조명 기준 설문결과

전국 영남, 호남, 충청, 수도권 지역에 고른 분포로 설문을 배부하고 정확성을 높이기 위하여 직접 인터뷰(전체의 약10%)를 실시하였다. 전체 응답은 304명으로 현장 작업자와 현장 관리자로 크게 두 가지로 구분하였다.

현장작업자는 공사과장, 대리, 안전과장, 대리급 엔지니어들을 의미한다. 직접 작업하는 작업자라 함은 목공, 철근공, 인부 등 직접 작업을 하는 자들을 의미한다. 직접 작업을 하는 자들과 관리직의 엔지니어들과는 야간작업과 관련한 안전문제에 대한 인식이 다를 수 있을 것으로 보았기 때문이다. 현장

작업자 138명, 현장관리자 115명이 각각 응답하였다. 야간작업은 무엇보다도 주간작업과는 달리 시야의 제한을 받고, 온도차에 의한 신체적 대응력감퇴 등으로 사고유발 가능성이 높아진다는데 첫 번째 초점이 맞추어져야 한다고 보았다.

“조명기준”에 대한 문항에서는 자재식별 정도나 어른거림 정도만 없어지면 되는 정도가 아니고 대낮같이 밝아야 한다고 응답한 경우가 304명중 183명이 “수”로 응답(60%)하여 산업보건기준, 건설부 표준시방서, 노동부 고시 “터널공사 표준안전작업 지침” 등에 제시된 값과는 차이가 있는 것으로 판단된다.

## 4. 분석

- 1) 90°와 135° 돌아선 작업방향에서는 조명등 설치효과가 거의 없다.
- 2) 30°, 60°에서의 작업자가 인지하는 조명은 가장 좋은 위치의 50%에 해당되는 조명이 이루어지고 있다.
- 3) 작업면을 정면으로 비추어진 경우에만 작업자들의 안전 조명이 이루어짐을 알 수 있다.
- 4) 중앙지점에서는 모퉁이 지점에 비해서 같은 조건 하에서도 5배 이상 조명이 확보됨을 알 수 있다.
- 5) 중앙지점이나 귀퉁이 지점 모두 90°, 135°작업 방향에서는 조명의 안전을 확보하지 못한다.
- 6) 작업자와 조명등과의 거리가 짧은 특성을 갖는 건축현장의 경우는 90°작업방향에서도 어느 정도 조명 안전을 이룰 수 있다.
- 7) 야간작업도 대낮같이 밝아야 된다는 시각을 작업자의 63%가 갖고 있다.
- 8) 작업통로 주변이 밝아야 야간 작업안전이 이루어질 수 있다는 의견이 63%를 이루고 있다.

## 5. 결론

이상과 같은 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 조명등 1개로 작업자 안전을 확보하는 면적과 작업방향을 사전 측정하여 조명등을 배치해야 된다.
- 2) 빈도수가 큰 콘크리트공사에서는 야간작업 조명은 주간작업에 비해 더 큰 현회방지가 필요하고

야간작업 안전의 적정조명 기준설정을 위한 실험연구

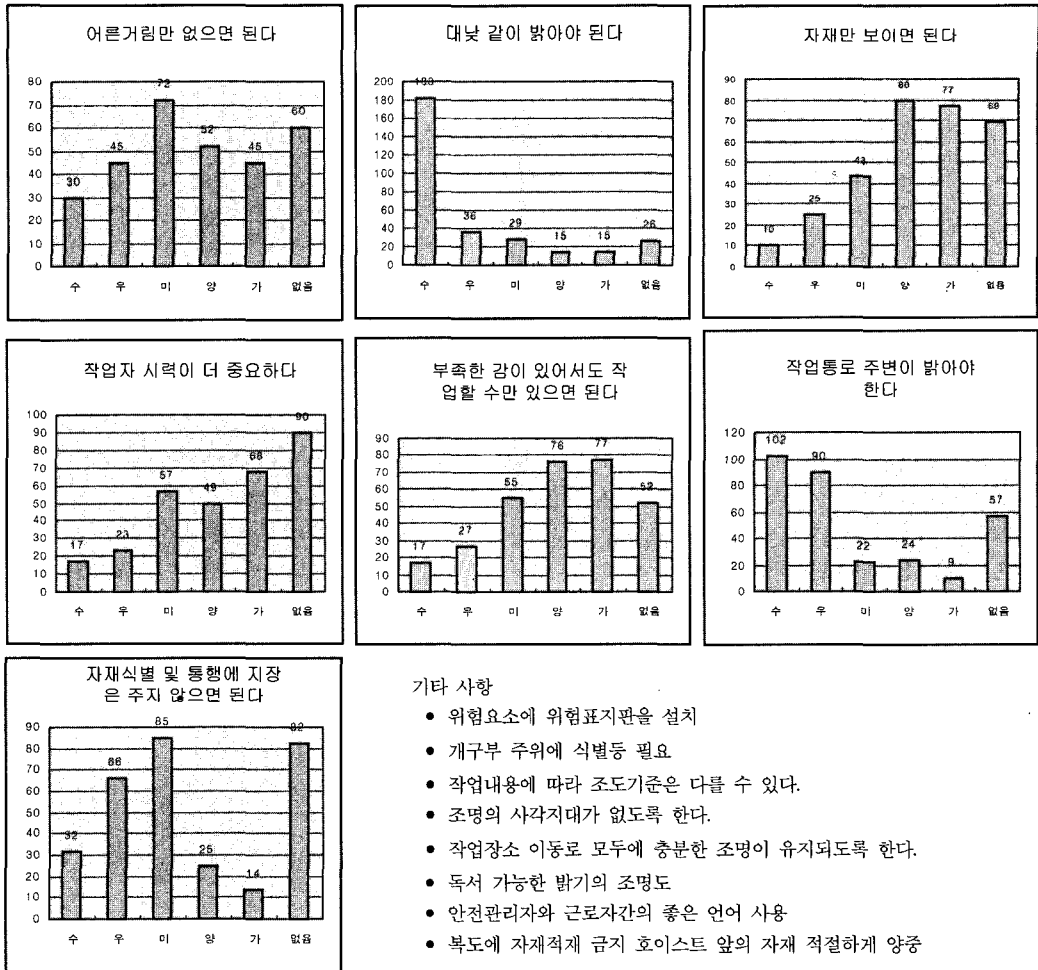


Fig. 8. analysis of questionnaires interviewed at site

같은 위치일지라도 작업자의 자세 높이에 따라 10% 이상 조도 감소를 고려해야 한다.

3) 건축작업자의 작업방향에 따른 조명감소 보정은 토목작업에 비해 30%~60% 더 필요하다.

참고문헌

- 1) 김대호, 박근상, “야간작업자의 작업부담경감을 위한 휴식방법”, 산업경영시스템학회지 pp. 1~10, 2000.
- 2) 대한전문건설협회 상하수도공사협회, “상수도관로공사 야간작업능력저하, 현실적 효율

적용 필요 : 심야작업시 야간작업 능력저하요인 분석”, 상하수도, pp. 24~26, 2000.

- 3) 손기상, 갈원모, “건설현장 야간조명의 안전인지도 조사연구”, 한국산업안전학회 춘계발표논문집, pp. 266~239, 2001.
- 4) 일본노동성, “야간 안전조명 작업기준” 제3편, 제4장 채광 및 조명, 일본노동안전위생규칙
- 5) U.S Army Corps of Engineers, “Safety and Health Requirements Manual”, EM385-1-1, September, pp. 99~100, 1996.
- 6) NMBG, “Unfall verhu tungsvorschrift, 39, 40, BGV C 22”, October 1947.